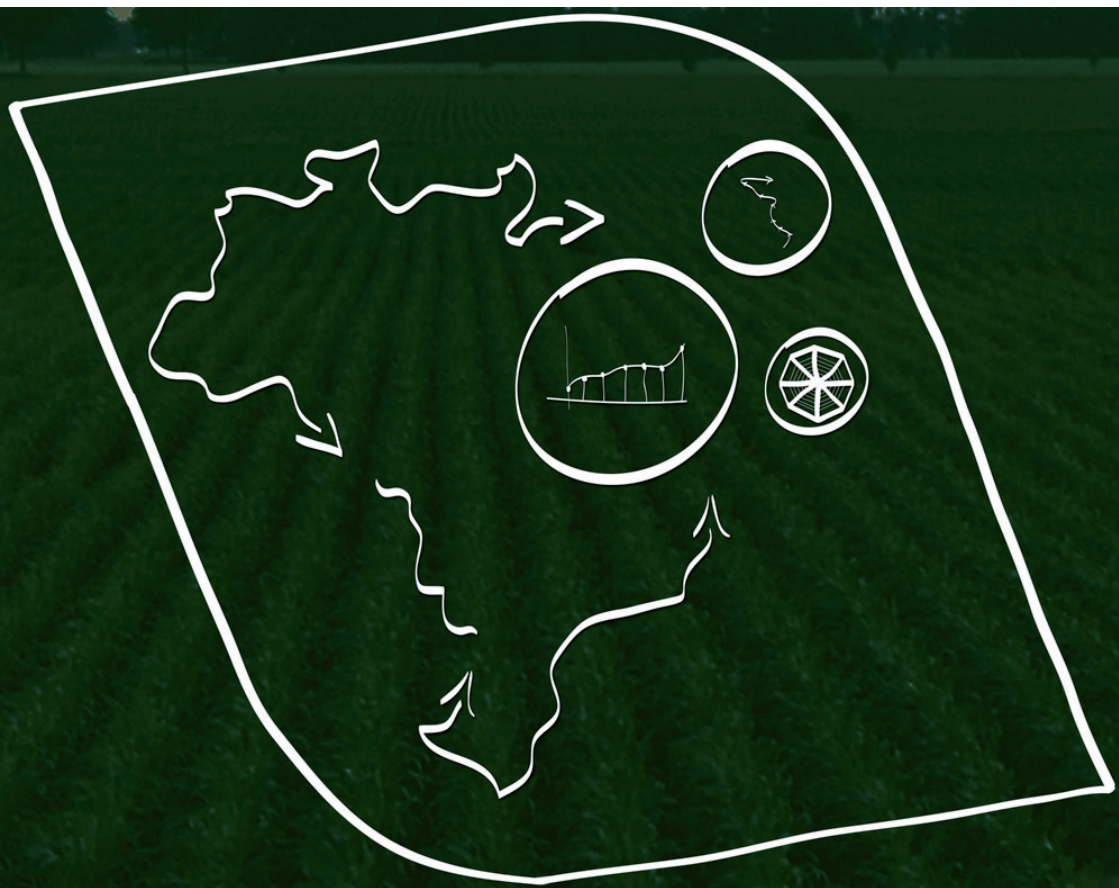


Comparação entre metodologias de representação da dinâmica territorial da produção agropecuária



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Gestão Territorial
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 3

Comparação entre
metodologias de
representação da dinâmica
territorial da produção
agropecuária

Wilson A. Holler
Rafael Mingoti
Claudio A. Spadotto
Mayra A. Brasco

Embrapa Gestão Territorial
Campinas, SP
2013

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Gestão Territorial
Av. Soldado Passarinho, 303, Fazenda Chapadão
CEP 13070-115 Campinas, SP, Brasil
Fone: +55 (19) 3211-6200
www.sgte.embrapa.br
sac.sgte@embrapa.br

Comitê de Publicações da
Embrapa Gestão Territorial
Presidente: *Mirian Therezinha Souza da Eira*
Secretária-Executiva: *Rosângela Galon Arruda*
Membros: *Alba Chiesse da Silva*
Helena Sicoli
Ivan Sérgio Freire de Sousa
Eliane Gonçalves Gomes Assunta
Rosana Hoffman Câmara
Chang das Estrelas Wilches
Marita Féres Cardilo
Otávio Valentim Balsadi

Supervisão editorial: *Erika do Carmo Lima Ferreira*
Normalização bibliográfica: *Daniela Maciel*
Editoração eletrônica: *Daniela Maciel*
Capa: *Daniela Maciel*

1ª edição
1ª impressão (2013): versão on-line

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Gestão Territorial

Comparação entre metodologias de representação da dinâmica territorial da produção agropecuária / Wilson A. Holler [et al.] ... Campinas: Embrapa Gestão Territorial, 2013.

38 p. : il. color. – (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Gestão Territorial, ISSN 2317-8779 ; 3).

1. Dinâmica Territorial. 2. Produção Agropecuária. 3. Gestão da produção agropecuária. I. Holler, Wilson A. II. Mingoti, Rafael. III. Spadotto, Claudio A. IV. Brasco, Mayra A. V. Embrapa Gestão Territorial. VI. Título. VII. Série.

CDD 551.41

Sumário

Resumo	6
Abstract	8
Introdução	9
Revisão de Literatura.....	10
Metodologia	15
Resultados	22
Considerações Finais	34
Referências	36

Agradecimentos

Os autores agradecem a todos que participaram das discussões, contribuindo, em algum momento, com sugestões e comentários, no processo de concepção da determinação dos centros representativos e geração dos vetores que mostram a dinâmica espaço-temporal: Natália S. Fois; Paulo R. R. Martinho; Jaudete Daltio; Sâmara R. R. da S. Trajano; Vinícius Lopes; Marcel M. Martins; Beatriz B. de O. Santos; Flávia S. Lisboa; Hugo H. Toschi e Brenno Queiroz.

Comparação entre metodologias de representação da dinâmica territorial da produção agropecuária

Wilson A. Holler¹

Rafael Mingoti²

Claudio A. Spadotto³

Mayra A. Brasco⁴

Resumo

Este trabalho apresenta e compara duas metodologias para determinação de centros representativos e de vetores temporais, que representam a dinâmica territorial da produção agropecuária ao longo do tempo, utilizando, como exemplo, a bovinocultura de corte no Brasil. Foram utilizados dados de 1974 a 2012, do IBGE, referentes à Pesquisa Pecuária Municipal. Os dados foram padronizados, espacializados e agrupados, permitindo a aplicação de técnicas de análise espacial para a elaboração dos centros representativos e respectivos vetores temporais. Entre os métodos de obtenção do centro representativo que foram apresentados, observou-se que:

¹ Engenheiro cartógrafo, analista da Embrapa Gestão Territorial. E-mail: wilson.holler@embrapa.br

² Engenheiro-agrônomo, analista da Embrapa Gestão Territorial. E-mail: rafael.mingoti@embrapa.br

³ Engenheiro-agrônomo, pesquisador da Embrapa Gestão Territorial. E-mail: claudio.spadotto@embrapa.br

⁴ Graduanda em Geografia, Unicamp, estagiária da Embrapa Gestão Territorial. E-mail: mayra_brasco@yahoo.com.br

os centros de massa atribuíram representatividade proporcional entre os municípios; permitiram a análise de toda a produção de bovino de corte do país ponderando o rebanho de cada município; os centros geométricos não permitiram analisar a produção de todos os municípios, porque todos os centros geométricos se encontram em um mesmo ponto e não se consegue observar a movimentação. Pode-se concluir que o método que utiliza os centros de massa é o mais adequado trazendo, como vantagem, a quantificação da movimentação do produto agropecuário, tanto na distância de deslocamento, quanto na sua direção, permitindo, realizar comparações dos resultados entre períodos para um produto agropecuário, e/ou entre diferentes produtos agropecuários.

Palavras-chave: evolução, agronegócio, análise espacial.

Comparison of methods to represent agricultural production territorial dynamics

Abstract

This paper presents and compares two methods for determination of representative centers and temporal vectors of territorial dynamics of agricultural production over time, using, as example, the beef cattle in Brazil. Data from 1974 to 2012, of the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE) Municipal Livestock Survey were used. The data were standardized, spatialized and grouped, allowing the application of spatial analysis techniques for preparation of the representative centers and their temporal vectors. From the two methods for obtaining representative center that were presented, it was observed that, considering beef cattle herd of each municipality: the centers of mass have attributed proportional representation among municipalities and allowed the analysis of the entire production; the geometric centers did not allow to analyze the production of all municipalities, because all geometric centers are in one spot and it is not possible to observe the movement. It can be concluded that the method that uses the mass centers are the most appropriate, it brings, as advantage, the quantification of movements in agricultural production, the displacement distance and direction, allowing to make comparisons of results between periods for an agricultural product, and between different agricultural products.

Keywords: *evolution, agribusiness, spatial analysis.*

Introdução

Nos últimos quarenta anos, as transformações de ordem tecnológica e econômica ocorridas no Brasil ocasionaram expressivas mudanças na distribuição geográfica e na quantidade produzida de grande parte dos cultivos agrícolas.

Analisar o contexto agropecuário no território nacional de forma estratégica, considerando as possíveis limitações de uso da terra, compreendendo as tendências de evolução da agricultura e pecuária brasileiras, e com a possibilidade de confrontar com dados sociais, econômicos e ambientais, ajuda a redirecionar os vetores de deslocamento do agronegócio de forma mais sustentável.

A fim de permitir que os resultados de um conjunto de escolhas estejam mais acessíveis a qualquer público, é necessário automatizar as análises da informação territorial através do estabelecimento de procedimentos e metodologias que descrevem e especificam os protocolos de processamento de dados e a integração do conhecimento.

Com essa finalidade, a Embrapa Gestão Territorial vem desenvolvendo o Serviço de Análise Espacial para a Tomada de Decisão Estratégica (SAE). O SAE é um serviço de inteligência territorial para a agropecuária, que utiliza dados históricos georreferenciados no território nacional. Ele permite analisar a dinâmica que envolve as relações entre áreas de produção, áreas com limitações legais de uso, modais de transporte, unidades de armazenamento, e possíveis áreas de expansão, facilitando, dessa forma, o direcionamento de ações de transferência de tecnologia, a inserção de barreiras sanitárias, e a adoção de estratégias para o combate a doenças e pragas que afetam o agronegócio. Possibilita, ainda, estabelecer cenários de evolução territorial da agropecuária, beneficiando produtores, associações, cooperativas, sindicatos, órgãos públicos e empresas privadas do setor. O SAE auxilia o gerenciamento do território com foco no agronegócio.

Os métodos adotados no SAE utilizam os dados dos principais componentes das cadeias produtivas, e têm, como um de seus grandes diferenciais, a utilização de cálculos estatísticos e análises

espaciais dos dados, permitindo que os resultados sejam objetivos e suportados por uma metodologia adequada.

As análises podem ser realizadas por regiões (Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul), por estados, por mesorregião, por microrregião, por municípios, por bairros predominantemente rurais, por bacias hidrográficas, ou qualquer outro agrupamento que possuam dados históricos.

Este trabalho tem como objetivo apresentar e comparar duas metodologias para determinação de centros representativos (geométrico e de massa) e de vetores temporais, que representam a dinâmica territorial da produção agropecuária ao longo do tempo, utilizando, como exemplo, a bovinocultura de corte no Brasil.

Revisão de Literatura

A busca da competitividade das cadeias produtivas agropecuárias de maneira sustentável, que integre as questões ambientais, econômicas e sociais, passa pela gestão territorial apoiada em geotecnologia (OMETTO; CARVALHO, 2006).

Segundo Assad e Sano (1998), as aplicações do geoprocessamento são muitas, sendo que, dentre elas, pode-se destacar a estruturação de dados geoambientais nos diferentes contextos: fazenda experimental; microbacia hidrográfica; planejamento municipal; evolução da fronteira agrícola e caracterização ambiental; caracterização e avaliação da funcionalidade de reservas biológicas; monitoramento da ocupação agrícola; avaliações de terras para agricultura (considerando-se a aptidão da terra e manejo); caracterização espaço-temporal do uso de agrotóxicos; avaliação do impacto ambiental por agroquímicos; análise espaço-temporal do potencial hídrico climático; espacialização de épocas de plantio; mapeamento de informações agrometeorológicas e detecção de queimadas ou incêndios.

O campo da geotecnologia, segundo Bitar et al. (2000), incorpora as aplicações das geociências para a solução de problemas de

engenharia e o aproveitamento de recursos naturais. Nessa área, novas metodologias e estratégias para análise das interações do meio físico, com informações socioeconômicas e ambientais de atividades agrícolas, são cada vez mais necessárias no planejamento setorial. Elas permitem adquirir dados, que podem ser espacializados, ponderados e analisados, para auxiliar no processo de tomada de decisão.

Compreender a distribuição de dados, ocorridos no tempo e no espaço, constitui um grande desafio para a elucidação central de diversas áreas do conhecimento, seja da geologia, saúde, agronomia, do ambiente, entre outras (VIEIRA, 2000).

Câmara et al. (2009) descreve que, em geral, a análise espacial é composta por procedimentos iniciais, incluindo métodos genéricos de análises exploratórios associados à apresentação visual dos dados sob a forma de gráficos e mapas, e a identificação do padrão de dependência espacial do fenômeno estudado. Esses procedimentos permitem descrever a distribuição das variáveis de estudo e identificar situações atípicas, não só em relação ao tipo de distribuição mas, também, aos vizinhos, e buscar a existência de padrões na distribuição espacial, além da dependência espacial presente no fenômeno. Os autores informam ainda que, além dos métodos genéricos, existem métodos estatísticos como a geoestatística, que trata da aplicação da estatística na verificação da correlação espacial de dados georreferenciados.

Em muitos fenômenos geográficos, os objetos estabelecem relações entre si que independem das relações espaciais típicas como as relações topológicas, direcionais e de distância. Esses fenômenos geralmente incluem relações como: fluxo de pessoas ou materiais; conexões funcionais de influência; comunicação e acessibilidade; entre outras (COUCLELIS, 1999).

O estudo sistemático de movimentos na agricultura ainda é pouco explorado, de modo que existe ainda muito espaço para utilizar e definir diferentes abordagens e técnicas.

Em análises econômicas utiliza-se muito a determinação do centro de massa da economia mundial, ou seja, onde o ponto médio, ponderado pelas economias de cada país, está localizado em um mapa mundial.

As análises são realizadas observando o comportamento do deslocamento do centro de massa ao longo dos anos, determinando a dinâmica espaço-temporal da economia mundial (ANDERSON; Van WINCOOP, 2003; GRETHER; MATHYS, 2008; WORLD..., 2009; QUAH, 2011; DOBBS et al., 2012).

Segundo Grether e Mathys (2008), o centro de massa econômico mundial é um indicador que resume a evolução da distribuição espacial das atividades econômicas no globo, e é um dos objetivos declarados do Relatório de Desenvolvimento Mundial de 2009 do Banco Mundial (WORLD..., 2009). Os autores abordam que o centro de massa pode ser utilizado como um indicador da desigualdade espacial das atividades econômicas no mundo, pois representa a dinâmica espaço-temporal.

A definição de centro de massa difere de centro de gravidade por não sofrer influência de um campo gravitacional. A definição de um centro de massa é diretamente baseada no conceito de centro de massa da física, na qual um ponto no espaço simboliza o sistema como um todo quando tratado como partícula (ALONSO; FINN, 1968). O desvio da definição na física sobre centro de massa é que a “massa” é trocada, em nossa análise, pela “produção anual”.

Usar o conceito de centro de massa tem quatro implicações. A primeira é que toda a produção é agregada em um único ponto do município. A segunda é que, baseando-se em uma perspectiva tridimensional, podemos abstrair todas as distorções que surgem quando a superfície da Terra é representada em um sistema de projeção (ABOUFADEL; AUSTIN, 2006). A terceira implicação, apresentada por Grether e Mathys (2008), é que a distância entre a localização de um ponto (centro geométrico do município) e o centro de massa para todo o país, se torna uma alternativa para mensurar a média ponderada da distância entre a sua localização e todos os outros municípios. A quarta implicação é a possibilidade de avaliar com que velocidade o centro de massa se desloca (distância em km pelo tempo em anos) em determinados períodos.

Uma das primeiras aplicações do deslocamento do centro de massa para avaliação de comportamentos e tendências econômicas foi introduzido por Anderson e Van Wincoop (2003). A aplicação era pra

definir os fluxos comerciais entre os países desenvolvidos. Ao invés de massa, a ponderação foi efetuada pela balança comercial de cada país. No entanto, ainda não considerava a visualização territorial.

O relatório “Urban World: Cities And The Rise Of The Consuming Class”, publicado pela McKinsey & Company em 2012 (DOBBS, 2012), apresenta o caminho percorrido pela economia mundial do ano 1 D.C. a 2010 e uma projeção até 2025. A Figura 1 mostra que a velocidade do deslocamento do centro econômico de massa mundial foi maior entre 2000 e 2010 do que nos anos anteriores, e que a partir de 1960 o sentido foi invertido em relação as décadas anteriores.

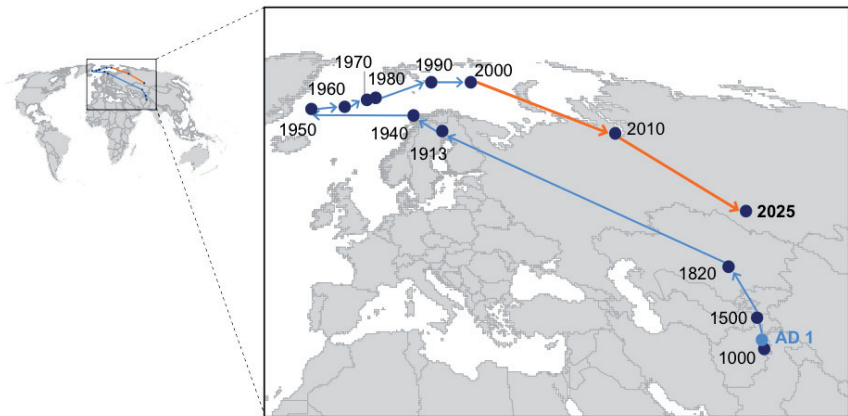


Figura 1 - Evolução do centro de massa econômico mundial.

Fonte: Dobbs et al. (2012)

Para a agropecuária, estudos semelhantes são apresentados em Garrigorry e Chaib Filho (2008) e Beddow (2010).

DADOS UTILIZADOS

Dados agropecuários

Os dados agropecuários foram obtidos no sítio do IBGE (2013), por meio do Serviço IBGE de Recuperação Automática (SIDRA).

Como estudo de caso, foram adquiridos, no SIDRA, os dados do efetivo de rebanho de gado de corte (em mil cabeças) no período de 1974 a 2012, sendo que, adotou-se a análise a cada quatro anos, ou seja, foram obtidos os dados para os anos de: 1974, 1978, 1982, 1986, 1990, 1994, 1998, 2002, 2006 e 2012. Esses dados do IBGE são referentes à Pesquisa Pecuária Municipal (PPM).

Os dados foram coletados por município, com o respectivo geocódigo (o geocódigo permite a associação de atributos alfanuméricos com a base cartográfica dos limites municipais).

Limites municipais

Os limites municipais foram obtidos na base cartográfica do IBGE de 2007 (IBGE, 2007). Optou-se por essa base, ao invés da de 2012 (mais recente), devido ao número de municípios estar mais próximo da relação disponibilizada no SIDRA/IBGE.

Metodologia

Padronização dos dados

Os dados do efetivo de rebanho de gado de corte (em mil cabeças) por município, com o respectivo geocódigo, foram obtidos em formato "csv" e, em seguida, foram carregados em uma planilha eletrônica, analisados e padronizados.

O processo de padronização dos dados envolveu a remoção de informações excedentes (cabeçalhos e linhas de rodapé gerados durante o download da tabela no SIDRA) e, posteriormente, a

definição dos campos e dos seus respectivos nomes (os nomes devem ter até oito caracteres e não podem conter caracteres especiais).

A nomenclatura dos campos e o tipo dos dados da tabela (texto, numérico etc.) foram padronizados, de forma a evitar possíveis inconsistências nas análises, de acordo com a relação a seguir:

- Geocodigo (geocódigo dos municípios): campo numérico do tipo inteiro;
- Municipio (nome dos municípios): campo tipo texto com 255 caracteres;
- UF (sigla dos estados): campo tipo texto;
- QPn (quantidade produzida nas unidades já especificadas anteriormente, em determinado ano): campo numérico tipo double ;
- Cn (classificação em quarteis para cada ano): campo tipo texto.

Foi necessária, também, a conversão do caractere “-” (padrão nos dados adquiridos do IBGE) para o valor 0 (zero). Por fim, a planilha eletrônica foi salva em um formato que permite essa distinção dos formatos dos campos (no caso, o formato padrão do Microsoft Office Excel: *.xlsx¹).

Espacialização

Para que os dados pudessem ser analisados, levando em conta sua variabilidade espacial, foi feita a associação dos dados padronizados com o arquivo shapefile dos limites municipais (IBGE, 2007).

As análises espaciais (que está detalhada no item 5) dos dados, por município, foram realizadas por grupos de quarteis, por duas metodologias de determinação do centro representativo: considerando somente a localização do ponto central de cada município (centro geométrico); e ponderando a participação de cada município (centro de massa) no efetivo de bovino de corte.

1 Excel Microsoft Office Open XML Format Spreadsheet

Segundo o dicionário Lexicon (iDICIONÁRIO..., 2013), quartel representa a “quarta parte de um todo, de uma quantia”. Um conceito semelhante, mas diferente, é o de quartil, que é qualquer uma das separatrizes, aos 25º, 50º, ou 75º percentil, que dividem a área de uma distribuição de frequência em quatro domínios de áreas iguais.

De modo a organizar os municípios em grupos de quartéis, utilizou-se a metodologia descrita em Garagorry e Chaib Filho (2008) e utilizada em Garagorry et al. (2010; 2011). Primeiramente dividiu-se os municípios em quartéis, por meio da ordenação dos municípios pelo total da produção do ano, de forma crescente, ficando, dessa forma: Q1 representa os municípios com a menor produção, ou seja, entre zero e o 25º percentil; Q2 representa os municípios que produzem entre o percentil 25º e 50º; Q3 representa os municípios que produzem entre o percentil 50º e 75º; e Q4, caracterizado como o quartel superior, abrangendo os maiores produtores do ano em questão, que correspondem a 25% da produção, ou seja, entre o 75º percentil e o máximo.

Em seguida realizou-se o agrupamento dos quartéis em:

- Grupo 25 (G25), que coincide com Q4, municípios que reúnem 25% da quantidade da produção total (maiores produtores);
- Grupo 50 (G50), formado pela união de Q3 e Q4, municípios que reúnem 50% da quantidade da produção total;
- Grupo 75 (G75), formado pela união de Q2, Q3 e Q4, municípios que reúnem 75% da quantidade da produção total;
- Grupo 100 (G100), formado pelo conjunto total de municípios.

O Quadro 1 mostra a relação entre os quartéis e os grupos.

Quadro 1 - Relação entre quartéis e grupos

QUARTEIS	GRUPOS			
Q4	G25	G50	G75	G100
Q3				
Q2				
Q1				

Fonte: Elaborado pelos autores

Obtenção dos centros representativos dos grupos

Para a visualização da mobilidade da produção no país por grupos (G25, G50, G75 e G100), no período analisado (1974 a 2012), foi utilizado o conceito de centro representativo, podendo esse ser geométrico ou de massa, conforme a descrição nos itens a seguir.

Centros geométricos

O centro geométrico é um ponto central médio dos municípios de um determinado grupo.

A sua obtenção foi feita com uma adaptação da metodologia de Anderson e Van Wincoop (2003), Aboufadel e Austin (2006) e Grether e Mathys (2008). Esses autores realizaram uma correção das distâncias usando conceitos da Geodésia Física. Entretanto, no presente trabalho, isso não será realizado pois, tem-se como etapa inicial e fundamental, a adoção de uma projeção equidistante, que torna plana a especificação do sistema de referência determinado pela geodésia geométrica, em todas as etapas (desde o início da manipulação dos limites municipais até os cálculos com os centros representativos).

A projeção equidistante é a mais apropriada para mapas de planejamento estratégico, pois não apresenta deformações lineares (RICHARDUS; ADLER, 1972; MALING, 1973). Nessa projeção, os

comprimentos dos vetores determinados pelos centros de massa são representados em escala uniforme.

A obtenção do centro geométricos dos grupos de municípios se deu em três etapas: (i) a geração dos centros geométricos de cada um dos municípios brasileiros; (ii) a seleção dos municípios para cada grupo e ano de interesse; (iii) o cálculo do ponto médio dos centros geométricos dos municípios selecionados.

Centros de massa

O centro de massa é um ponto central médio, com coordenadas calculadas utilizando a produção dos municípios como fator de ponderação.

Da mesma forma que os centros geométricos, a obtenção dos centros de massa foi feita com a adaptação da metodologia de Anderson e Van Wincoop (2003), Aboufadel e Austin (2006) e Grether e Mathys (2008), adotando-se no presente trabalho, uma projeção equidistante. A projeção equidistante é a mais apropriada para mapas de planejamento estratégico, pois minimiza deformações lineares (RICHARDUS; ADLER, 1972; MALING, 1973). Nessa projeção, os comprimentos dos vetores determinados pelos centros de massa são representados em escala uniforme.

A obtenção do centro de massa se deu a partir da geração dos centros geométricos de cada um dos municípios brasileiros, atribuindo-se, a cada um desses pontos, suas respectivas coordenadas X e Y. Nesse trabalho, adotamos a nomenclatura "X" e "Y" para simplificar a compreensão quando, na verdade, estamos nos referindo a coordenadas cartesianas no sistema de projeção equidistante e sistema de referência SIRGAS2000.

Em seguida, para cada ano de um determinado grupo, realizou-se a ponderação da produção por meio das equações 1 e 2, levando-se em conta a localização dos pontos centrais dos municípios desse grupo e as quantidades produzidas atribuídas a cada um deles.

$$X_{CM} = \frac{\sum (X_n * QP_n)}{\sum(QP_n)} \quad (1)$$

Em que: X_n é a coordenada X do centro de geométrico do enésimo município; QP_n é a quantidade produzida no enésimo município no ano em análise; X_{CM} é a coordenada X do centro de massa para o grupo e para o ano em análise.

$$Y_{CM} = \frac{\sum (Y_n * QP_n)}{\sum(QP_n)} \quad (2)$$

Em que: Y_n é a coordenada Y do centro de geométrico do enésimo município; Y_{CM} é a coordenada Y do centro de massa para o grupo e para o ano em análise.

Após a obtenção das coordenadas do centro de massa para o grupo do ano em análise, inseriu-se um ponto, nessas coordenadas, em um arquivo shapefile.

Movimentação temporal dos centros representativos

As análises da movimentação espaço-temporal dos centros representativos (geométrico e de massa) foram feitas por meio de vetores.

Várias grandezas físicas, tais como comprimento, área, volume, tempo, massa e temperatura, são completamente descritas, uma vez que a magnitude (intensidade) é dada. Tais grandezas são chamadas escalares e são modeladas por números reais. Outras grandezas físicas não são completamente caracterizadas até que uma magnitude, uma direção e um sentido sejam especificados - Figura 2. Exemplos são deslocamento, velocidade e força. Tais grandezas são chamadas vetoriais e são modeladas por vetores.

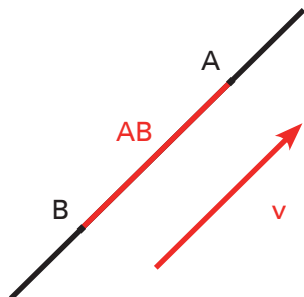


Figura 2 - Representação de grandeza vetorial.

Fonte: Elaborado pelos autores

Na Figura 2, dois pontos distintos A e B no espaço determinam uma reta. Essa reta define uma direção no espaço. Não é necessária a reta toda para determinar essa direção. O segmento da reta entre os pontos A e B, que é a parte da reta compreendida entre estes dois pontos, serve para determinar a direção. Esse segmento de reta é orientado na metodologia em relação à direção Norte-Sul, provendo um sentido para o segmento (se considerarmos um dos pontos como ponto inicial e o outro como ponto final).

Por exemplo, o segmento orientado como ponto inicial A (Ano i) e ponto final B (Ano $i+1$) será denotado por AB. Além disso, podemos falar no comprimento de um segmento. O comprimento do segmento determinado por A e B é denotado por AB .

Vetores são representados por segmentos orientados e são caracterizados por:

1. Direção: da reta que contém o segmento;
2. Sentido: dado pelo sentido do movimento. Para onde aponta sua extremidade;
3. Magnitude (intensidade, módulo): comprimento do segmento.

Quando falamos em distância geométrica ou vetorial “de A para B”, podemos imaginar que o ponto A está sendo “conduzido” até chegar ao ponto B. Para essa metodologia, significa que o centro representativo de um ano é carregado para outra localização no ano seguinte.

O comportamento dos centros representativos, para cada período

(pelo menos dois anos), dos municípios brasileiros, define um vetor. Esse vetor nos permite visualizar a orientação, direção e comprimento em cada período das maiores produções agropecuárias.

Para os cálculos dos vetores, a base cartográfica foi padronizada para o sistema de referência SIRGAS2000 e sistema de projeção cônica equidistante.

Resultados

A seguir, são apresentados os resultados da análise da evolução espaço-temporal para os grupos de municípios nos anos estudados, considerando o rebanho de gado de corte (em mil cabeças). De modo a comparar as metodologias de obtenção dos centros representativos (geométrico e de massa), os resultados são exibidos por metodologia, dentro de cada grupo analisado.

De maneira geral, em todos os grupos, foi demonstrado que deve ser considerada a ponderação da participação de cada município na determinação do centro de massa. Se não ocorrer a ponderação, pode-se induzir a interpretações equivocadas da dinâmica espaço-temporal, conforme os resultados previstos.

Grupo 25

Considerando o Grupo 25, que coincide com Q4 e reúne 25% do total do rebanho bovino de corte, foi determinada a evolução dos centros geométricos (Figura 3a) e dos centros de massa (Figura 4a) para o período em estudo.

Para proporcionar melhor visualização da dinâmica espaço-temporal foram elaboradas: as Figuras 3b e 4b, que apresentam um panorama da movimentação vetorial em função do tempo, utilizando-se de uma representação do tipo “radar”; as Figuras 3c e 4c, que representam a distribuição ao longo do tempo das distâncias (módulos vetoriais), obtidas a partir das variações espaciais dos centros geométricos; e as Figuras 3d e 4d que, por sua vez, representam a distribuição das

distâncias acumuladas ao longo do tempo, obtidas a partir dos deslocamentos dos centros geométricos dos anos que determinaram os períodos de análise.

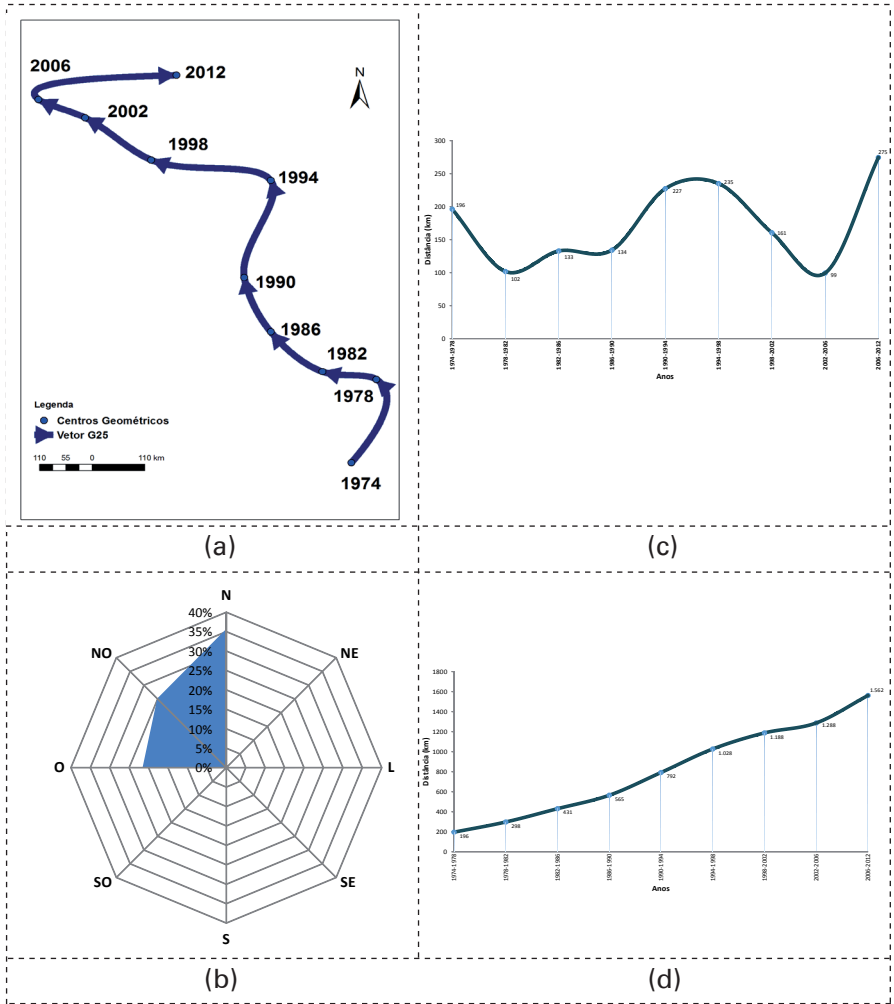


Figura 3 - Representações da dinâmica espaço-temporal dos centros geométricos do Grupo 25 da bovinocultura de corte no Brasil, sendo: (a) evolução espaço-temporal; (b) gráfico tipo radar da dinâmica do vetor no período analisado; (c) distância de deslocamento do vetor entre os anos analisados; (d) distância acumulada do vetor entre os anos analisados.

Fonte: Elaborado pelos autores

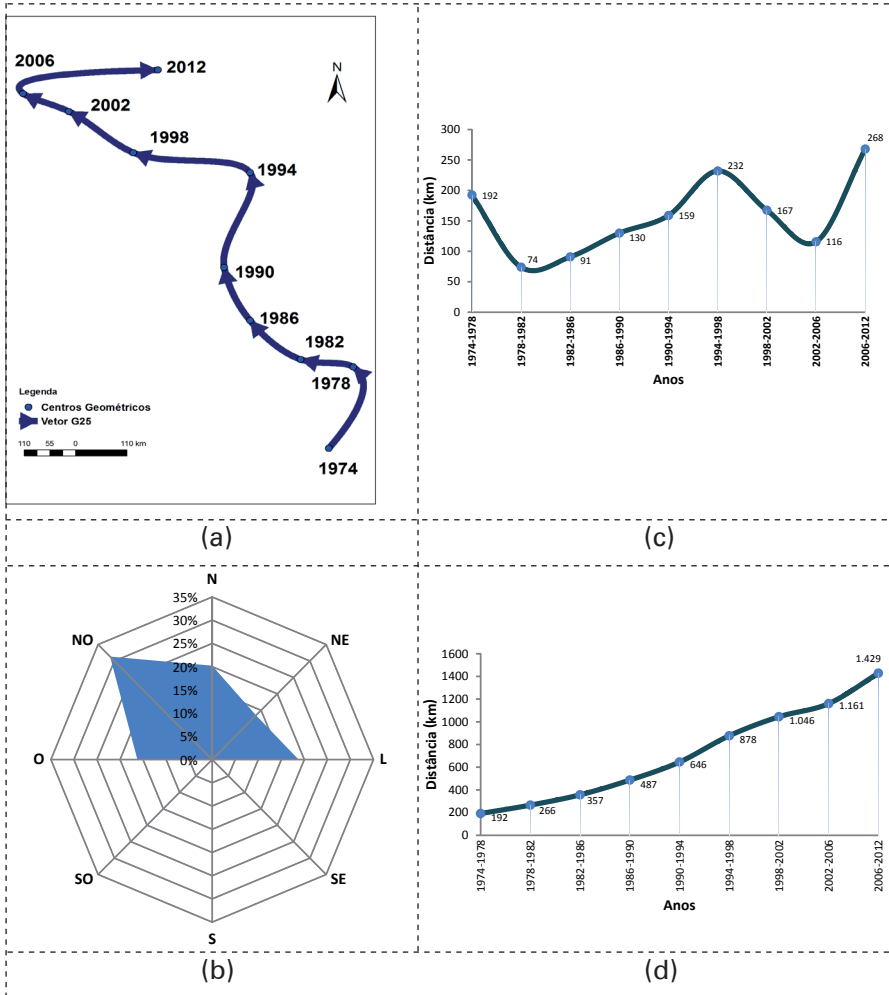


Figura 4 - Representações da dinâmica espaço-temporal dos centros de massa do Grupo 25 da bovinocultura de corte no Brasil, sendo: (a) evolução espaço-temporal; (b) gráfico tipo radar da dinâmica do vetor no período analisado; (c) distância de deslocamento do vetor entre os anos analisados; (d) distância acumulada do vetor entre os anos analisados.

Fonte: Elaborado pelos autores

Por meio da metodologia do centro geométrico, observando as direções que o deslocamento da produção tomou de 1974 a 2012 (Figura 3a), nota-se que, nos primeiros anos (1974 a 1978), houve um caminhamento no sentido Nordeste e, posteriormente (1978 a 2006), ocorreu uma tendência bastante pronunciada de deslocamento no sentido Norte-Noroeste. No último período analisado (2006 a 2012), voltou-se a ter uma movimentação no sentido Nordeste.

Comparando a evolução espaço-temporal as duas metodologias apresentaram poucas diferenças, e em apenas dois períodos: (i) de 1990 a 1994; e (ii) nos últimos anos (a partir de 2006).

Em relação à direção predominante do deslocamento da produção, nota-se na Figura 3b, que a direção predominante (durante todo o período analisado) do movimento do centro geométrico foi para Norte, com 35% da distância, enquanto que, para o movimento do centro de massa (Figura 4b), a direção predominante foi para Noroeste, com mais de 25% da distância.

Analisando, a cada quatro anos, as distâncias dos centros geométricos (Figuras 3c e 3d) e de massa (Figuras 4c e 4d), é possível notar que não há uma tendência de estabilização dessas distâncias em ambos. Percebe-se, pelas Figuras 3c e 4c, que a dinâmica de deslocamento dos centros geométricos e de massa são maiores no período de 1994 a 1998, com velocidade média aproximada de 58,8km/ano e 58,0km/na, respectivamente.

De modo geral, para o Grupo 25, os vetores de centros geométricos e de massa não variam muito.

Grupo 50

Considerando o Grupo 50, que reúne 50% do total do rebanho bovino de corte, realizou-se a determinação da evolução dos centros geométricos (Figura 5) e dos centros de massa (Figura 6) para período em estudo.

Segundo os centros geométricos (Figura 5a), observa-se que, nos primeiros anos (1974 a 1978), houve um caminhar no sentido Norte e, posteriormente (1978 a 2006), ocorreu uma tendência bastante pronunciada de deslocamento no sentido Noroeste. No último período analisado (2006 a 2012), ocorreu uma movimentação no sentido Sul-Sudeste.

As diferenças entre a metodologia do centro de massa e a metodologia dos centros geométricos são pequenas mas, visíveis em dois períodos: até 1978, os centros de massa se movimentaram para Norte-Nordeste e os geométricos para Norte; após 2006, os centros de massa e os centros geométricos alteraram sua direção para o sentido Sul-Sudeste.

Em relação ao deslocamento da produção, nota-se que a direção predominante (durante todo o período analisado) dos movimentos dos centros geométricos (Figura 5b) e de massa (Figura 6b) foi para Noroeste, com 55% e 65% da distância, respectivamente.

Analisando, a cada quatro anos, as distâncias dos centros geométricos (Figuras 5c e 5d) e de massa (Figuras 6c e 6d), é possível notar que não há uma tendência de estabilização dessas distâncias.

Percebe-se, pela Figura 5c, que a dinâmica de deslocamento dos centros geométricos é maior no período de 1998 a 2002, com velocidade média aproximada de 49,0km/ano, enquanto que na Figura 6c, essa mesma dinâmica ocorre no período de 1994 a 1998, com velocidade média aproximada de 52,3km/ano dos centros de massa.

É possível perceber que os comprimentos dos vetores de centros geométricos e de massa são muito próximos durante todo o período analisado. De maneira geral, pode-se afirmar que, no Grupo 50, tanto para o centro geométrico como para o centro de massa, há uma tendência direcional majoritária para Noroeste (Figuras 5b e 6b), com

exceção do período de 2006 a 2012, em que a direção predominante é para Sudeste.

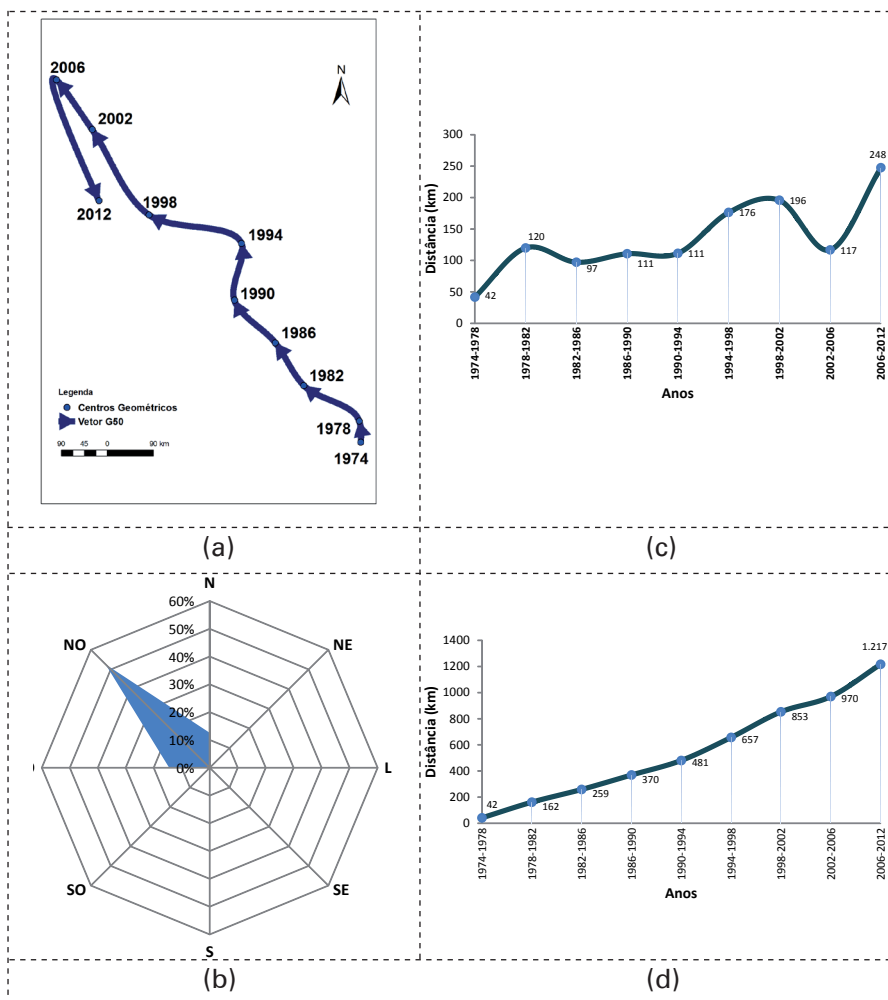


Figura 5 - Representações da dinâmica espaço-temporal dos centros geométricos do Grupo 50 da bovinocultura de corte no Brasil, sendo: (a) evolução espaço-temporal; (b) gráfico tipo radar da dinâmica do vetor no período analisado; (c) distância de deslocamento do vetor entre os anos analisados; (d) distância acumulada do vetor entre os anos analisados.

Fonte: Elaborado pelos autores

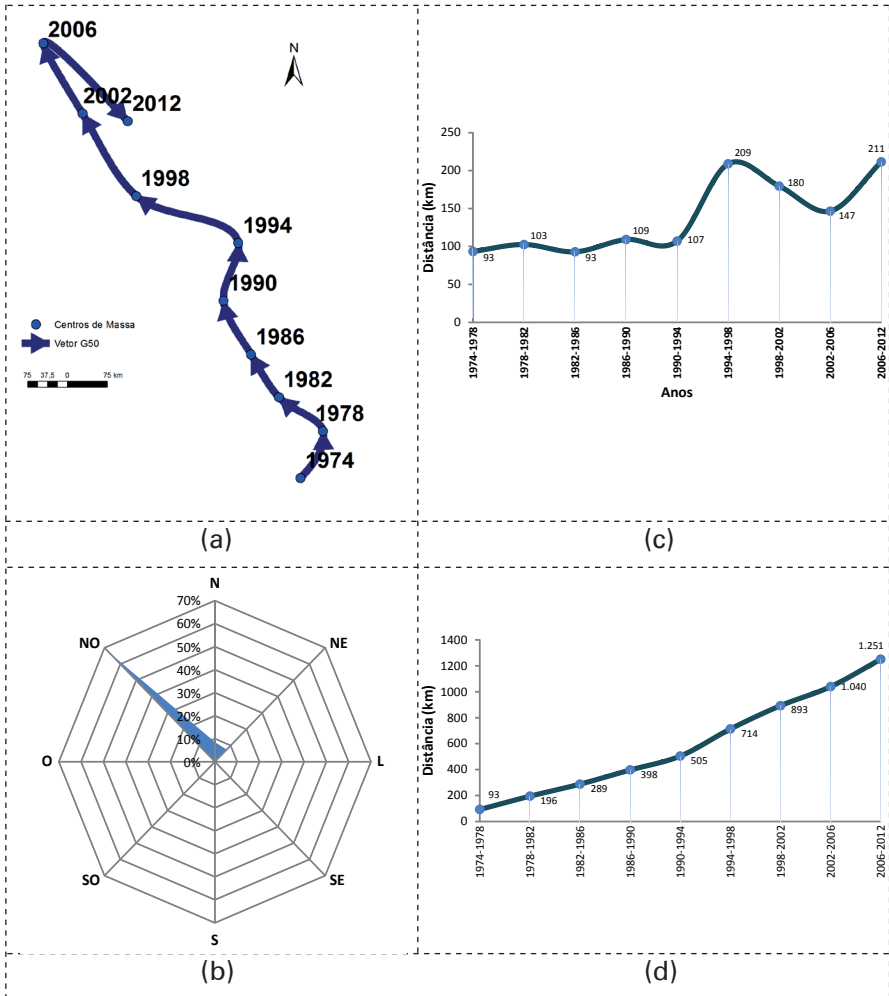


Figura 6 - Representações da dinâmica espaço-temporal dos centros de massa do Grupo 50 da bovinocultura de corte no Brasil, sendo: (a) evolução espaço-temporal; (b) gráfico tipo radar da dinâmica do vetor no período analisado; (c) distância de deslocamento do vetor entre os anos analisados; (d) distância acumulada do vetor entre os anos analisados.

Fonte: Elaborado pelos autores

Grupo 75

Para o Grupo 75, que reúne 75% do total do rebanho bovino de corte, realizou-se a determinação da evolução dos centros geométricos (Figura 7) e dos centros de massa (Figura 8) para o período em estudo.

A Figura 7a apresenta os resultados da metodologia do centro geométrico, observando as direções que o deslocamento da produção tomou de 1974 a 2011. Nota-se que, nos primeiros anos (1974 a 1978), houve um caminhar no sentido Norte-Nordeste e em seguida (1978 a 2006), ocorreu uma tendência bastante pronunciada de deslocamento no sentido Noroeste. A partir de 2006, há uma variação no sentido de movimentação para o sentido Sul-Sudoeste.

Considerando a metodologia do centro de massa, observa-se na Figura 8a, que as diferenças entre as metodologias são visíveis nos últimos anos, após 2006, onde os centros geométricos apresentaram um movimento para Sul-Sudoeste, Figura 7a, e os centros de massa geométricos para Sul-Sudeste.

Em relação ao deslocamento da produção, nota-se que a direção predominante (durante todo o período analisado) do movimento do centro geométrico (Figura 7b) foi para Norte, com 40% da distância, e do centro de massa (Figura 8b) foi para Noroeste, com 45% da distância.

Analisando, nos períodos de 4 anos, as distâncias dos centros geométricos (Figuras 7c e 7d) e de massa (Figuras 8c e 8d), observa-se que não há uma tendência de estabilização dessas distâncias.

Percebe-se, pela Figura 7c, que a dinâmica de deslocamento dos centros geométricos é maior no período 2006 a 2012, com velocidade média aproximada de 42,2km/ano, enquanto que, na Figura 8c, essa mesma dinâmica ocorre no período de 1994 a 1998, com velocidade média aproximada de 34,0km/ano dos centros de massa. Essa diferença, nos períodos com maior dinâmica, induz a erros de interpretação. A velocidade, considerando os centros geométricos, é quase 50% maior que a determinada pelos centros de massas.

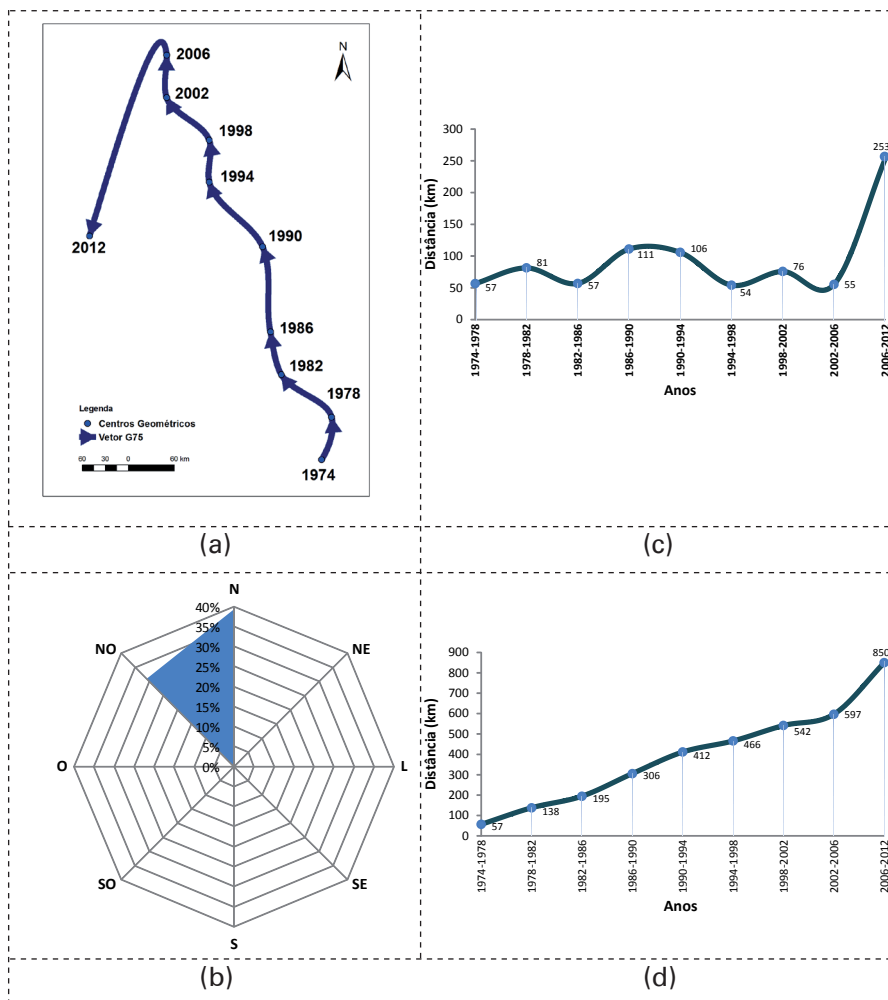


Figura 7 - Representações da dinâmica espaço-temporal dos centros geométricos do Grupo 75 da bovinocultura de corte no Brasil, sendo: (a) evolução espaço-temporal; (b) gráfico tipo radar da dinâmica do vetor no período analisado; (c) distância de deslocamento do vetor entre os anos analisados; (d) distância acumulada do vetor entre os anos analisados.

Fonte: Elaborado pelos autores

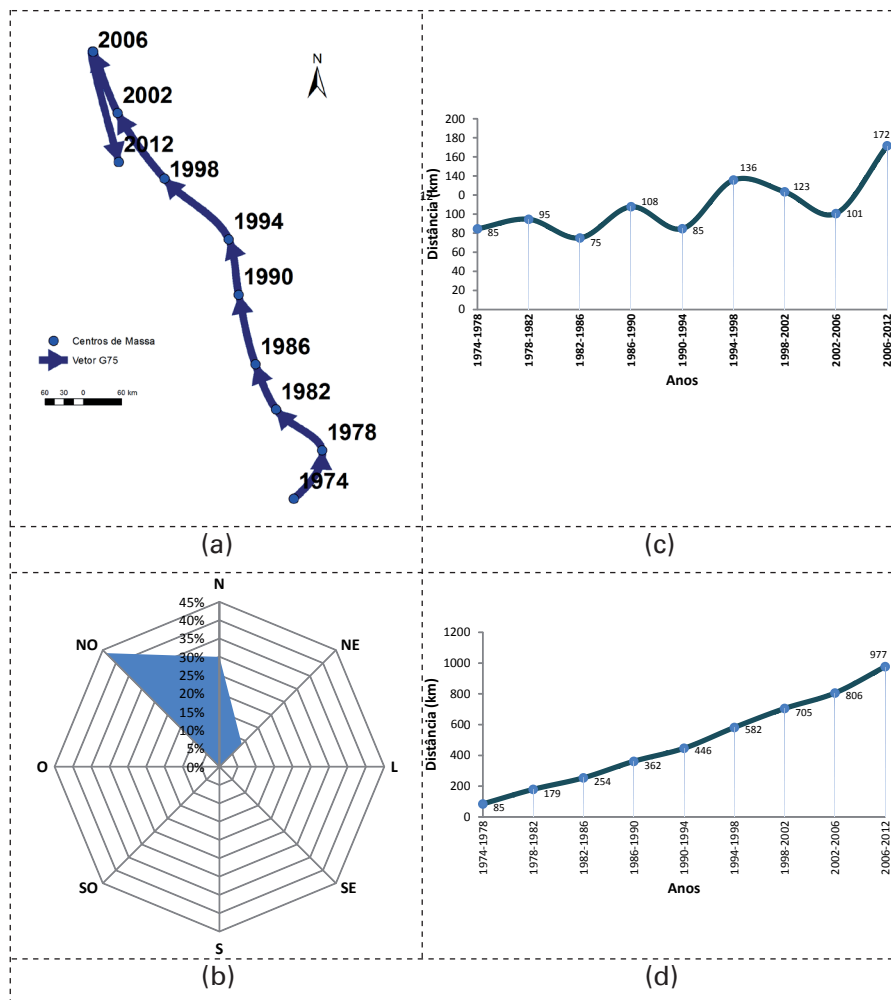


Figura 8 - Representações da dinâmica espaço-temporal dos centros de massa do Grupo 75 da bovinocultura de corte no Brasil, sendo: (a) evolução espaço-temporal; (b) gráfico tipo radar da dinâmica do vetor no período analisado; (c) distância de deslocamento do vetor entre os anos analisados; (d) distância acumulada do vetor entre os anos analisados.

Fonte: Elaborado pelos autores

Grupo 100

Considerando o Grupo 100, que reúne 100% do total do rebanho bovino de corte, ao realizar a determinação da evolução dos centros geométricos, notou-se que, em todos os anos, esses centros estavam na mesma coordenada, o que ocorreu devido ao fato de que, em todos os anos, houve a participação de todos os municípios, resultando, assim, num mesmo centro geométrico. Com isso, não foi possível analisar a movimentação do deslocamento da produção de bovino de corte por esse método.

Com relação aos centros de massa, os resultados estão apresentados na Figura 9. Segundo essa metodologia as direções do deslocamento da produção foram no sentido Nordeste (de 1974 a 1978) e depois de 1978, ocorreu uma tendência bastante pronunciada de deslocamento no sentido Noroeste. No último período analisado (2006 a 2012), ocorreu uma movimentação no sentido Sul.

Em relação ao deslocamento da produção, nota-se que a direção predominante (durante todo o período analisado) do movimento do centro de massa (Figura 9b) foi para Noroeste, com mais de 40% da distância, com exceção do período de 2006 a 2012, em que a direção predominante foi para Sul.

Analisando, a cada quatro anos, as distâncias dos centros de massa (Figuras 9c e 9d), é possível notar que não há uma tendência de estabilização dessas distâncias.

Percebe-se, pela Figura 9, que a dinâmica de deslocamento dos centros de massa é maior no período de 2006 a 2012, com velocidade média aproximada de 32km/ano.

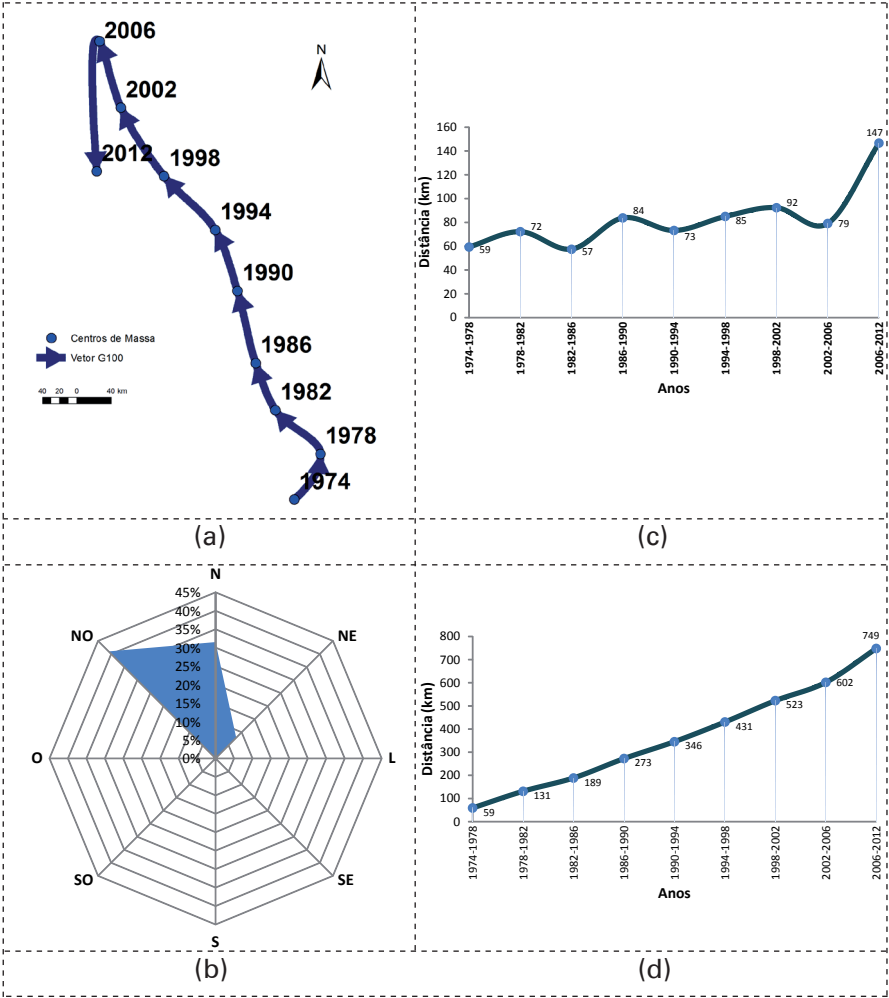


Figura 9 - Representações da dinâmica espaço-temporal dos centros de massa do Grupo 100 da bovinocultura de corte no Brasil, sendo: (a) evolução espaço-temporal; (b) gráfico tipo radar da dinâmica do vetor no período analisado; (c) distância de deslocamento do vetor entre os anos analisados; (d) distância acumulada do vetor entre os anos analisados.

Fonte: Elaborado pelos autores

Considerações Finais

A metodologia de determinação de vetores temporais, descrita nesse trabalho, permitiu diagnosticar as tendências de movimentação do rebanho bovino de corte no período de 1974 a 2012 apresentando, dessa forma, grande potencial para o auxílio na gestão territorial estratégica de qualquer cadeia produtiva do agronegócio que utilize dados georreferenciados.

Essa metodologia traz, como grande vantagem, a quantificação da movimentação do rebanho bovino de corte, tanto na distância de deslocamento, quanto na sua direção, permitindo, assim, realizar comparações dos resultados entre períodos para um produto agropecuário, e/ou entre diferentes produtos agropecuários para um mesmo período. Nessas comparações dos resultados é possível adotar análises estatísticas, permitindo a obtenção de conclusões com base científica. Esse tipo de resultado e, conseqüentemente, de análise, não é possível em estudos que abordam a movimentação de um produto agropecuário de maneira visual, ou que não utilizam análises espaciais, como em Carvalho (2007), Garagorry e Chaib Filho (2008) e Garagorry et al. (2010; 2011).

No uso do centro de massa para identificar o perfil da dinâmica agropecuária no espaço e no tempo destacam-se duas implicações:

- a distância entre a localização de um ponto (centro geométrico do município) e o centro de massa para todo o país, se torna uma alternativa para mensurar a média ponderada da distância entre a sua localização e todos os outros municípios;
- a possibilidade de avaliar com que velocidade o centro de massa se desloca (distância em km pelo tempo em anos).

Entre os métodos de obtenção do centro representativo que foram apresentados, observou-se que:

- O método de obtenção pelos centros de massa atribui representatividade proporcional entre os municípios; e permite a análise do Grupo 100, ou seja, de toda a produção de bovino de corte do país ponderando o rebanho de cada município;

- O método de obtenção pelos centros geométricos: não permite analisar a produção de todos os municípios, ou seja, Grupo 100, porque todos os centros geométricos se encontram em um mesmo ponto e, com isso, não é possível atingir o objetivo de análise da dinâmica espaço-temporal para esse Grupo, uma vez que não se consegue observar a movimentação.

Pode-se afirmar que a metodologia de geração de centros de produção, utilizando apenas os centros geométricos, não é eficaz quando pretende interpretar espacialmente a quantidade produzida por todos os municípios do país.

Entre os métodos de obtenção do centro representativo que foram apresentados, pode-se concluir que o método de obtenção pelos centros de massa é o mais adequado.

O centro de massa pode ser utilizado como indicador da desigualdade espacial das atividades agropecuárias, pois possibilita a análise da dinâmica espaço-temporal, contribuindo para a sustentabilidade do agronegócio em bases territoriais.

Considerando que o SAE:

- foi pensado e planejado para ser um serviço de gerenciamento inteligente do território para o agronegócio;
- permite analisar a dinâmica que envolve as relações entre áreas de produção, áreas com limitações legais de uso, modais de transporte, possíveis áreas de evolução, facilitando o direcionamento de ações de transferência de tecnologia, inserção de barreiras fitossanitárias, adoção de estratégias para o combate a doenças e pragas que afetam o agronegócio;
- permite estabelecer cenários de evolução territorial da agropecuária, beneficiando produtores, associações, cooperativas, sindicatos, órgãos públicos e empresas privadas do setor;
- é utilizado para comparar o deslocamento espaço-temporal da agropecuária, com dados norteadores do crescimento (como modais de transporte e áreas prováveis para a evolução), podendo, com isso, mostrar quais são as áreas mais apropriadas para a

expansão do agronegócio, e indicar onde podem ser direcionadas ações de combate a problemas fitossanitários.

Com o SAE é possível analisar, em diversas escalas, a evolução da produção de determinado produto agropecuário. Incorporando também, outros aspectos, como a infraestrutura de transportes, a dinâmica temporal da produção, possibilita análises de contextos político e econômicos distintos da situação atual do país e auxilia a conservação dos recursos naturais, pois indica as áreas com restrições de uso agropecuário, como as Unidades de Conservação.

As análises podem ser realizadas por regiões (Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul), por estados, por mesorregiões, por microrregiões, por municípios, por bairros predominantemente rurais, por bacias hidrográficas ou qualquer outro agrupamento que possuam dados históricos.

Referências

- ABOUFADEL, E.; AUSTIN, D. A. **New Method for Computing the Mean Center of Population of the United States**. 2006. Disponível em: < <http://faculty.gvsu.edu/aboutfade/web/census-rev.pdf> >. Acesso em: 23 nov. 2013.
- ANDERSON, J. E.; VAN WINCOOP, E. Gravity with Gravitas: A Solution to the Border Puzzle. **American Economic Review**, Nashville, v. 93, n. 1, p. 170–92, 2003.
- ALONSO, M.; FINN, E. J. **Fundamental University Physics**: Quantum and statistical physics. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley, 1968. 598p.
- ASSAD, E.D.; SANO, E.E. (Ed.). **Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura**. 2.ed. rev. ampl. Brasília: EMBRAPA-SPI/ EMBRAPA-CPAC, 1998. 434p. il.
- BEDDOW, J. M.; PARDEY, P. G.; KOO, J.; WOOD, S. The changing landscape of global agriculture. In: ALSTON, J. M.; BABCOCK, B.; PARDEY, P. G. (Ed.). **The Shifting Patterns of Agricultural Production and Productivity Worldwide**. Iowa: State University, 2010. p. 8-38.

BITAR, O. Y.; IYOMASA, W. S.; CABRAL JUNIOR, M. Geotecnologia: tendências e desafios. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 14, n.3, p. 78-90, 2000.

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V.; CARVALHO, M. S.; FUKS, S. D. **Análise espacial de dados geográficos**. São José dos Campos: INPE, 2001. 209 p. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro>>. Acesso em: 20 nov. 2009.

CARVALHO, G. R.; HOTT, M. C.; OLIVEIRA, A. F. de. Análise espacial da produção de leite no estado de Minas Gerais em base microrregional. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 45., 2007, Londrina. **Conhecimentos para a agricultura do futuro**: anais. Brasília, DF: Sober; Londrina: Universidade Estadual de Londrina: IAPAR, 2007. 1 CD-ROM. 11 p.

COUCLELIS, H. Space, time, geography. In: LONGLEY, P. A.; GOODCHILD, M. F.; MAGUIRE, D. J.; RHIND, D. W. **Geographical Information Systems: Principles, Techniques, Management and Applications**. New York: John Wiley, 1999. p. 29-38. Disponível em: <http://www.geos.ed.ac.uk/~gisteac/gis_book_abridged/files/ch02.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2013.

GARAGORRY, F. L.; SILVA, J. E da; SOUZA, M. O. de; CHAIB FILHO, H.; PENTEADO FILHO, R. de C. **Concentração e dinâmica de 15 produtos agroenergéticos no período de 1990 a 2006**. Brasília, DF: Embrapa Agroenergia, 2010. 191 p. il. (Embrapa Agroenergia. Documentos, 4).

GARAGORRY, F. L.; GREGO, C. R.; MIRANDA, E. E. de; OSHIRO, O. T.; QUARTAROLI, C. F.; KOBAYASHI, A. G. **Concentração e dinâmica de queimadas de 2000 a 2006**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2011. 69 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 16).

GARAGORRY, F. L.; CHAIB FILHO, H. **Evolução da Agricultura Brasileira em um Tempo Recente**: elementos de agrodinâmica. Brasília: Embrapa SGE, 2008. Relatório Técnico, versão preliminar.

GRETHER, J. M.; MATHYS, N. **Is the World's Economic Center of Gravity Already in Asia?** [2008]. Disponível em: <<http://www.hec.unil.ch/deep/textes/08.03.pdf>>. Acesso em: 23 nov. 2013.

IBGE. Banco de Dados Agregados. **Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 23 nov. 2013.

IBGE. **Base cartográfica**. 2007. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br> >. Acesso em: 16 jan. 2013.

PRODUÇÃO DA PECUÁRIA MUNICIPAL. Rio de Janeiro: IBGE, v. 39, 2011b. Disponível em: < ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Pecuaria/Producao_da_Pecuaria_Municipal/2011/ppm2011.pdf >. Acesso em: 18 nov. 2013.

iDICIONÁRIO Aulete. Disponível em: < http://aulete.uol.com.br/site.php?mdl=aulete_digital >. Acesso em: 27 ago. 2013.
MALING, D. H. *Coordinate Systems and Map Projections*. London: George Philip and Son Limited, 1973.

DOBBS, R.; REMES, J.; MANYIKA, J.; ROXBURGH, C.; SMIT, S.; SHA-ER, F. **Urban World: Cities And The Rise Of The Consuming Class**, June 2012. Disponível em: < http://www.mckinsey.com/insights/urbanization/urban_world_cities_and_the_rise_of_the_consuming_class >. Acesso em: 22 nov. 2013.

OMETTO, A. R.; CARVALHO, G. R. Geotecnologias aplicadas à cadeia produtiva do leite. In: CÔNSOLI, M. A.; NEVES, M. F. (Org.). **Estratégias para o leite no Brasil**. São Paulo: Atlas, 2006. v. 1, p. 121-138.

QUAH, D. The global economy's shifting centre of gravity Global policy. **Global Policy**, v.2, n. 1, p. 3-9, 2011. Disponível em: < <http://www.globalpolicyjournal.com/articles/world-economy-trade-and-finance/global-economy%C3%A2%E2%82%AC%E2%84%A2s-shifting-centre-gravity> >. Acesso em: 21 nov. 2013.

RICHARDUS, P.; ADLER, R. K. **Map Projections for Geodesists, Cartographers and Geographers**. Amsterdam: North-Holland, 1972. 174p.

VIEIRA, S. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; SCHAEFER, G. R. (Ed.). **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 2000. v. 1, p. 1-54.

WORLD DEVELOPMENT REPORTS. **World Development Report 2009.**

Disponível em: < <http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/EXT-DEC/EXTRESEARCH/EXTWDRS/0,,contentMDK:23080183~pagePK:478093~piPK:477627~theSitePK:477624,00.html> >. Acesso em: 23 nov. 2013.



Gestão Territorial

Ministério da
**Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**

